

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 10 OCT 2000	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

DE 00/02621

EJU

**Aktenzeichen:**

199 37 932.7

**Anmeldetag:**

11. August 1999

**Anmelder/Inhaber:**MTU Motoren- und Turbinen-Union München GmbH,  
München/DE**Bezeichnung:**

Bürstendichtring

**IPC:**

F 16 J 15/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.München, den 5. September 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Hoß

## Bürstendichtring

Die Erfindung betrifft einen Bürstendichtring für den Einsatz als Dichtungselement zwischen relativ zueinander beweglichen Bauteilen, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Bürstendichtringe dieser Art können mit radial nach außen, radial nach innen oder axial seitlich vorstehenden Borsten versehen sein. In Zusammenwirkung mit einer glatten, verschleißfesten Bauteilgegenfläche mit vorzugsweise kreiszylindrischer oder ebener Geometrie bildet ein installierter Bürstendichtring die eigentliche Bürstendichtung. Um die Borsten von Zentrifugalkräften frei zu halten, werden die Bürstendichtringe in der Regel statorfest installiert. Neben rotierenden Bauteilen, wie z.B. Wellen, lassen sich auch oszillierende oder wenig bewegte, quasistatische Bauteile mit Bürsten abdichten, wobei eine solche Abdichtung nicht-hermetisch ist, d.h. mit einer gewissen Leckage arbeitet. Die abzudichtenden Medien sind bevorzugt gasförmig.

Die DE 3429 708 C1 schützt eine Bürstendichtung, deren Borsten als Werkstoffverbunde ausgeführt sind. Dabei soll der Borstenkern federelastisch, d.h. reversibel elastisch verformbar sein, der Borstenmantel soll gut wärmeleitend bzw. reibungs- und verschleißmindernd sein. Es wird eine Vielzahl von Werkstoffen bzw. Werkstoffkombinationen genannt, welche in diesem Sinne geeignet sein können. U.a. wird auf Kunststoff als Kern- oder Hüllenmaterial hingewiesen, die am Ende der Beschreibung stehende Tabelle nennt konkret Kevlar, d.h. Aramidfasern, als Borstenkernwerkstoff, der metallisch überzogen sein kann. Aus dem Gesamtzusammenhang, speziell den Figuren, geht hervor, daß hier Borsten im Sinne von geraden, separaten Materialabschnitten mit definierten Querschnitten angesprochen sind, welche sich gut handhaben, z.B. greifen, bündeln, klemmen, löten, kleben, sintern usw. lassen.

Wer die feine, „engelshaarartige“ Struktur von Aramidfasersträngen, -fäden etc. kennt, dem ist klar, daß sich diese nicht oder nur mit unwirtschaftlich hohem Aufwand nach dem obengenannten Patent zu Borsten bzw. Bürsten umgestalten lassen.

P609 410

Die EP 0 211 275 B 1 betrifft ein Verfahren einschließlich Vorrichtung zur Herstellung einer Bürstendichtung in Wickeltechnik. Dabei wird Borstenmaterial in Faden- oder Drahtform über zwei parallele Dorne gewickelt, mit Klemmleisten gefaßt und zwischen den Dornen durchtrennt. Die dabei entstehenden, zunächst geraden Bürsten werden zu Ringen gebogen und gefügt, so daß in sich geschlossene Bürstendichtringe mit einseitig hervorstehenden Borsten vorliegen. Die Borstenenden können anschließend durch Kürzen noch genauer auf Fertigmaß bearbeitet werden. Das Patent zielt hauptsächlich auf Metall und Keramik als Borstenmaterial ab, d.h. auf „drahtiges“, hartes Material mit definiertem Querschnitt. Die – neben Metall – in diesem Zusammenhang besonders interessante Siliziumkarbidfaser (SiC-Faser) macht insofern Probleme, als sie sich in der für Bürsten bevorzugten Dicke nicht mehr um enge Radien wickeln läßt, so daß ein im Querschnitt größerer Kern (Dorn) und ein entsprechend im Durchmesser größeres Klemmprofil benötigt wird. Das von dem EP-Patent geschützte Verfahren wird bis dato i.w. nur für Metallbürsten eingesetzt.

Die DE 197 20 649 A1 behandelt eine Bürstendichtung mit einer speziellen Gehäusegeometrie, welche die Borstenabstützung im Betrieb, d.h. unter Druckdifferenz, verbessert und dadurch die Leckage reduziert. Man erkennt die schlaufenartige Borstenanordnung um einen Drahtkern herum mit Fixierung durch ein Klemmstück, Ein derartiger Bürstendichtring läßt sich in vorteilhafter Weise nach dem Verfahren gemäß der EP 0 211 275 B 1 fertigen. Über das Borstenmaterial sagt die DE 197 20 649 A1 nichts Konkretes aus.

Demgegenüber besteht die Aufgabe der Erfindung darin, einen Bürstendichtring mit Borsten auf Basis von Aramidfasern zu gestalten, der sich durch eine günstige Herstellung, eine definierte und reproduzierbare Bürstenstruktur sowie ein gutes und kalkulierbares Dichtungsverhalten auszeichnet.

Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 gekennzeichnete Kombination von Merkmalen gelöst, in Verbindung mit den gattungsbildenden Merkmalen in dessen Oberbegriff.

Überraschenderweise hat sich ergeben, daß sich die feinen, „engelshaarartigen“ Stränge bzw. Fäden aus Aramidfasern zuverlässig durch Klemmung, d.h. reibschlüssig, fixieren und orientieren lassen. Die schlaufenförmige Anordnung um einen Kern herum bewirkt eine besonders schonende, zuverlässige Fixierung durch eine große „Klemmlänge“ je Borste/Abschnitt in Kontakt mit einem umgreifenden Klemmprofil. Ein wichtiger fertigungstechnischer Aspekt liegt darin, daß die Borsten Abschnitte von in gewickelter Anordnung vorliegenden Strängen bzw. Fäden sind, da sich das zu verwendende Aramidfasermaterial nur in Wickeltechnik effektiv handhaben läßt. Es sei angemerkt, daß eine Bürste dieser Art keine klar zu unterscheidenden, steifen Borsten mit definierten Querschnitten aufweist, sondern viel mehr einem feinen Haarpinsel mit in Grenzen variierenden Haargeometrien gleicht.

In den Unteransprüchen sind bevorzugte Ausgestaltungen des Bürstendichtrings nach dem Hauptanspruch gekennzeichnet.

15

Die Erfindung wird anschließend anhand der Zeichnung noch näher erläutert. Die Figur zeigt in nicht maßstäblicher Darstellung einen Querschnitt, d.h. einen axial-radialen Schnitt durch einen Bürstendichtring.

Der Bürstendichtring 1 weist als tragendes, schützendes und auch dichtendes Element ein ringförmiges, zumindest im wesentlichen rotationssymmetrisches Gehäuse 2 auf. Aus Fertigungsgründen ist dieses aus zwei Teilen, einer Deckplatte 3 und einer Stützplatte 4, zusammengesetzt, welche sich hier im oberen Bereich axial überlappen und formschlüssig verbunden sind, vorzugsweise durch Bördeln. Die Längsmittelachse X des Bürstendichtrings 1 befindet sich hier auf der Seite des Gehäuses 2, auf der auch die Borsten aus letzterem hervorstehen. Somit stehen die Borsten radial nach innen – zur Mitte hin – aus der Gehäusekontur vor, um mit einem zentralen, runden Gegenbauteil, insbesondere einer rotierenden Welle, zusammenzuwirken, wobei die Achse des – hier nicht gezeigten – Gegenbauteils mit der Längsmittelachse X identisch sein sollte.

30

Der Bürstendichtring könnte auch so aufgebaut sein, daß die Borsten radial über seinen Außenumfang vorstehen, um beispielsweise mit einer Hohlwelle als Gegenbauteil zusammenzuwirken. Ausgehend von der vorliegenden Darstellung müßte die Längsmittelachse dann oberhalb des geschnittenen Gehäuses liegen.

P609 410

Eine weitere Bauform des Bürstendichtrings könnte so aussehen, daß die Borsten seitlich axial aus dem Gehäuse vorstehen und mit einem im Dichtbereich ebenen Gegenbauteil zusammenwirken. Ausgehend von der vorliegenden Darstellung würde die Längsmittelachse dann vertikal verlaufen und seitlich rechts oder links vom Ge-  
5 häuseschnitt liegen.

All diese Modifikationen haben keinen Einfluß auf das Wesen der Erfindung.

Die eigentliche Erfindung liegt hier in einem bestmöglich werkstoffgerechten, konstruktiven Aufbau der Bürste selbst. Ausgangsmaterial für die Borsten sind Fasern  
10 aus aromatischen Polyamiden, d.h. Aramidfasern, welche eher unter der Bezeichnung, „Kevlar“ bzw. „Kevlarfasern“ bekannt sind. Die Fasern sind zu Strängen bzw. Fäden zusammengefaßt, welche in aufgespulter Form erhältlich sind. Von den Strängen bzw. Fäden werden Abschnitte gemacht, welche die Borsten der Bürste bilden. Ob man bereits einen solchen Abschnitt oder erst eine Vielzahl davon als „Borste“  
15 betrachtet, ist eher willkürlich und letztlich ohne Belang.

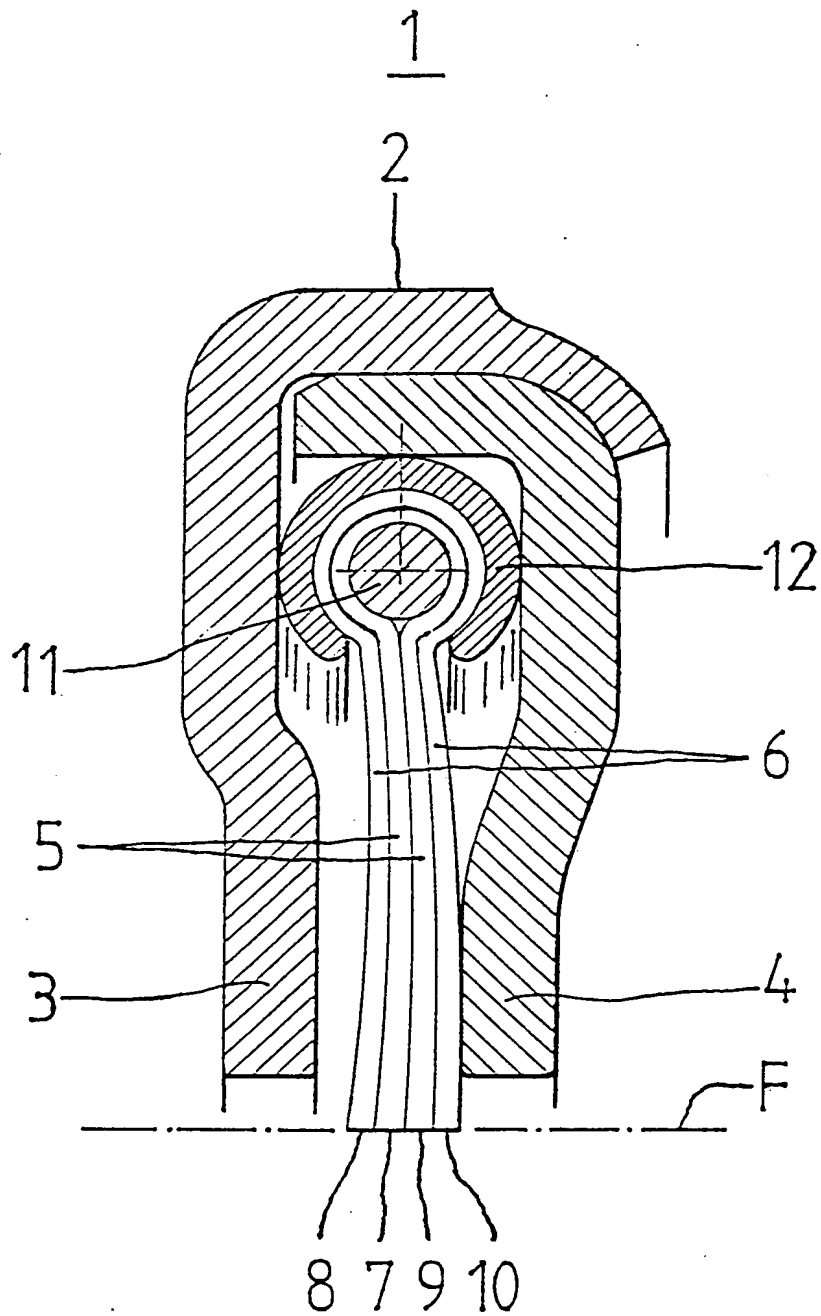
Im Falle von Aramidfaserbürsten, welche eine feine, weiche Struktur zeigen, wäre es vielleicht besser, von „Bürstenhaaren“ zu sprechen.

20 Zur Verdeutlichung sind in der Figur nur zwei Abschnitte 5, 6, d.h. „Borsten“, gezeigt, deren Dicke um ein Vielfaches zu groß dargestellt ist und in Wirklichkeit eher im Bereich von wenigen Tausendstel bis zu wenigen Hundertstel von Millimetern liegt. Die Abschnitte 5, 6 sind schlaufenartig um einen runden Kern 11 gelegt und führen beidseitig ohne Überkreuzung in der Weise von diesem weg, daß jeweils beide Stirnflächen 7, 9 bzw. 8, 10 jedes Abschnitts 5 bzw. 6 die selbe – gedachte – Fläche F tangieren, welche zumindest annähernd mit der Oberfläche des Gegenbauteils konform  
25 ist, d.h. hier einer – räumlichen – Kreiszylinderfläche mit der Längsmittelachse X entspricht. Die leicht gebogene Anordnung der Abschnitte 5, 6 mit seitlicher Anlage an der Stützplatte 4 weist auf die Betriebsverhältnisse mit Überdruck auf Seite der Deckplatte 3, d.h. auf der linken Seite, hin. Die Fixierung der Abschnitte 5, 6 auf dem  
30 Kern 11 erfolgt reibschlüssig mittels des C-förmigen, durch elastische Querschnittsaufweitung vorgespannten Klemmprofils 12, welches aus einem geschlitzten Rohr geformt sein kann. Außerhalb des Klemmbereiches, d.h. von der Fläche F bis zum Teil 12, verlaufen die Abschnitte 5, 6 – im unbelasteten Zustand – im wesentli-

chen radial oder radial und in Umfangsrichtung, d.h. mit einem definierten Anstellwinkel (bis etwa  $45^\circ$ ) in Umfangsrichtung. Schräg angestellte „Borsten“ sind in Radialrichtung nachgiebiger, d.h. sie gleichen Lageabweichungen des Gegenbauteils besser aus. Eine Wellenrotation ist aber nur in Schrägungsrichtung der „Borsten“ zulässig. Dies ist dem Fachmann geläufig und deshalb nicht näher dargestellt. Bei den „Borsten“ handelt es sich erfindungsgemäß um Abschnitte 5, 6 von in gewickelter Anordnung vorliegenden Strängen bzw. Fäden aus Aramidfasern. Gemäß einem eingangs zitierten, patentrechtlich geschützten Verfahren werden die Stränge/Fäden um zwei gerade, parallel beabstandete Kerne gewickelt und auf diesen mittels Klemmprofilen fixiert. Dann werden die Wicklungen axial gegeneinander verschoben, um einen Anstellwinkel zu erzeugen. Anschließend werden die Wicklungen mittig zwischen den Kernen durchtrennt, so daß zwei identische, gerade Bürsten, jeweils mit Kern und Klemmprofil entstehen. Diese werden ringförmig gebogen und an einer Stoßstelle durch Schweißen, Löten, Kleben o.ä. gefügt, wobei zu beachten ist, daß die Kunststoffasern nicht thermisch geschädigt bzw. zerstört werden. Denkbar wäre u.a. ein Laschenstoß mit Schweißpunkten, wobei Wärme über die Schweißkontakte abführbar ist. Jede ringförmige, in sich zusammenhängende Bürste wird in ein zweiteiliges – oder mehrteiliges – Gehäuse integriert, so daß der gewünschte Bürstendichtring vorliegt. Die freien, hervorstehenden Borstenenden können dann noch genauer auf Maß bearbeitet werden (Fläche F).

Die zähen, reißfesten Aramidfasern sind relativ schwer zu durchtrennen, so daß spezielle Trennmethoden erforderlich sein können. Abgesehen von mechanischem Schneiden, Stanzen, Kanten etc. ist hier besonders an Laserstrahlschneiden ohne und mit Kühlung sowie an Wasserstrahlschneiden ohne und mit abrasiven Zusätzen gedacht.

P609410



## Patentansprüche

1. Bürstendichtring für den Einsatz als Dichtungselement zwischen relativ zueinander beweglichen Bauteilen, insbesondere zwischen einem Rotor und einem Stator als statorfestes Element, mit einem ringförmigen Gehäuse sowie mit einer Vielzahl von innerhalb des Gehäuses befestigten, radial oder axial aus der Gehäusekontur vorstehenden Borsten auf Basis von Aramidfasern, deren freie Stirnflächen eine gedachte, rotationssymmetrische oder ebene Fläche tangieren, **gekennzeichnet durch eine Kombination folgender Merkmale:**
- 5
- 10 A) Die Borsten bestehen aus Abschnitten (5, 6) von in gewickelter Anordnung vorliegenden Strängen und/oder Fäden aus Aramidfasern,
- B) jeder Abschnitt (5, 6) verläuft in der Weise schlaufenförmig um einen Kern (11) herum sowie ohne Überkreuzung von diesem weg, daß seine beiden Stirnflächen (7, 9; 8, 10) die selbe gedachte, vom Kern (11) beabstandete
- 15 Fläche (F) tangieren, und
- C) die Abschnitte (5, 6) sind in mehreren Lagen übereinander um den Kern (11) herum angeordnet und mit einem Klemmprofil (12) reibschlüssig fixiert.
2. Bürstendichtring nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern (11) aus einem Metalledraht mit rundem Querschnitt, das Klemmprofil (12) aus einem metallischen, in Längsrichtung geschlitzten Rundrohr geformt ist.
- 20
3. Bürstendichtring nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abschnitte (5, 6) außerhalb des Klemmbereichs (12) zusätzlich zu ihrer – im wesentlichen – radialen oder axialen Orientierung eine Richtungskomponente in Umfangsrichtung aufweisen.
- 25
4. Bürstendichtring nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abschnitte (5, 6) Stirnflächen (7, 9; 8, 10) aufweisen, die durch mechanisches Schneiden oder Abscheren, durch Laserstrahlschneiden, ggf. mit Wasserkühlung („Lasermicrojet-Verfahren“), oder durch Wasserstrahlschneiden hergestellt sind.
- 30



5. Bürstendichtring nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die als Borstenmaterial verwendeten Aramidfasern in ihrer chemischen und physikalischen Struktur dem Kevlar – Typ 49 der Firma DuPont entsprechen.

5

6. Bürstendichtring nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß er für die Abdichtung von vorwiegend gasförmigen Fluiden, einschließlich Wasserstoff, ausgelegt ist.

10

7. Bürstendichtring nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß er für den Einsatz in Turbomaschinen aller Art sowie in Elektrogeneratoren ausgelegt ist.

## Zusammenfassung

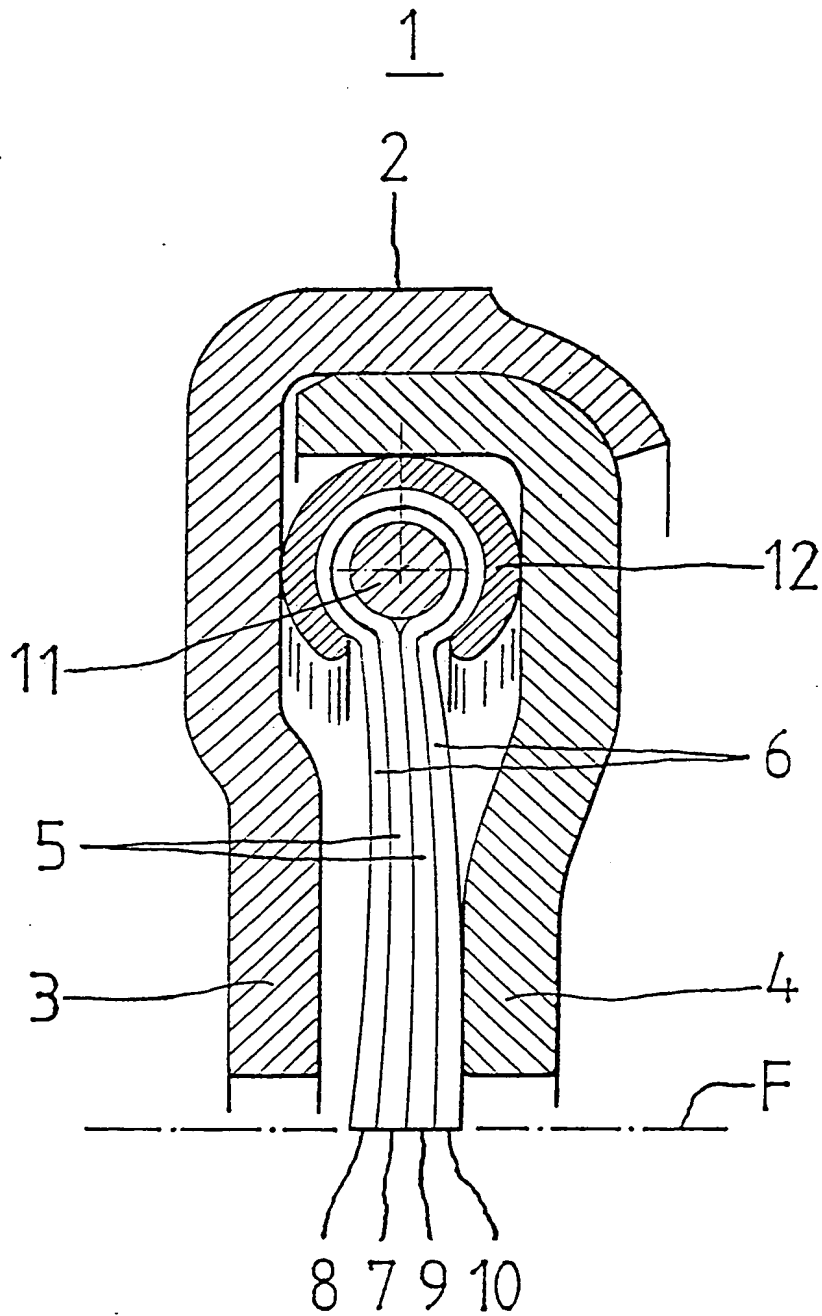
Bürstendichtring für relativ zueinander bewegliche Bauteile, mit einem ringförmigen Gehäuse sowie mit einer Vielzahl von in diesem befestigten, radial oder axial aus der Gehäusekontur vorstehenden Borsten auf Basis von Aramidfasern.

Die Borsten bestehen aus Abschnitten von in gewickelter Anordnung vorliegenden Aramidfasersträngen bzw. -fäden, jeder Abschnitt verläuft schlaufenförmig um einen Kern herum sowie ohne Überkreuzung von diesem Weg, wobei seine beiden Stirnflächen die selbe Fläche tangieren, und die Abschnitte sind in mehreren Lagen übereinander angeordnet und mit einem Klemmprofil reibschlüssig fixiert.

(Fig.)

15

P609410



X

**This Page Blank (uspto)**